



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10111957 A**(43) Date of publication of application: **28.04.98**(51) Int. Cl. **G06T 17/20**(21) Application number: **08266097**(22) Date of filing: **07.10.96**(71) Applicant: **HITACHI ENG CO LTD**

(72) Inventor: **NAKAO TAKASHI**
NOGUCHI MASAYUKI
SUZUKI ATSUSHI
HAMAGUCHI YUKIO
TSUKAHARA KAZUNORI

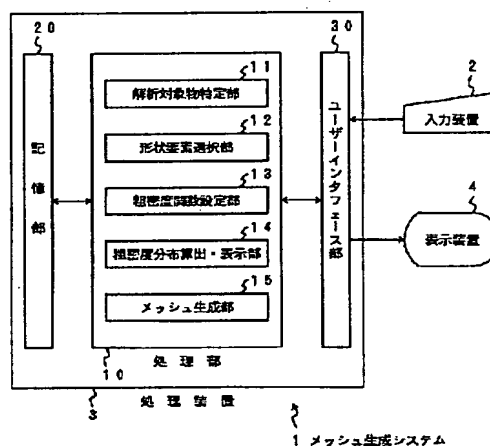
(54) SYSTEM AND METHOD FOR MESH GENERATION AND RECORDING MEDIUM**(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily grasp a distribution of nodes at a stage wherein meshes are made small and large by setting a node roughness/closeness function showing the relation between the distance from a shape element selected out of a shape model for an object to be analyzed and the roughness and closeness of nodes, and finding and displaying a roughness distribution of nodes.

SOLUTION: An analyzed object specifying part 11 of a process part 10 specifies a shape model for an object to be analyzed on the basis of data inputted through an input device 2 and a shape element selection part 12 selects an arbitrary shape element out of shape elements such as dots, lines, and planes constituting the shape model for the specified object to be analyzed. A roughness/closeness function setting part 13 sets a roughness/closeness function $D(i)$ of nodes represented by the expression (where R is a specified ratio and (i) is a natural number) for the shape element (selected by the shape element selection part 12 to calculate a roughness/closeness distribution. A display part 14 finds a distribution of nodes of the shape model for the

object to be analyzed on the basis of the set roughness/closeness function $D(i)$ of the nodes and displays the distribution state on a display device 4.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



$$D(i) = R \times D(i-1)$$

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 T 17/20

識別記号

F I

G 0 6 F 15/60

6 1 2 J

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-266097

(22) 出願日 平成8年(1996)10月7日

(71) 出願人 390023928

日立エンジニアリング株式会社

茨城県日立市幸町3丁目2番1号

(72) 発明者 中尾 隆司

茨城県日立市幸町3丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 野口 雅之

茨城県日立市幸町3丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 鈴木 厚志

茨城県日立市幸町3丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

最終頁に続く

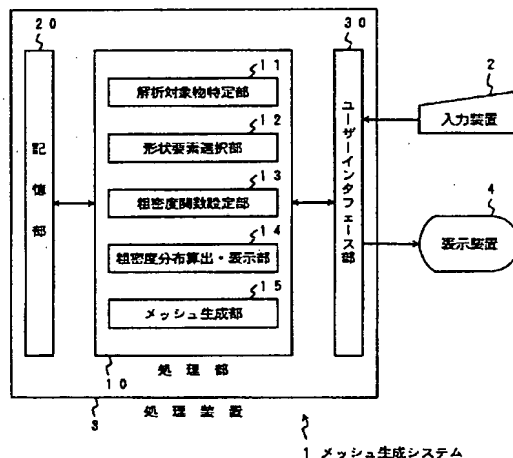
(54) 【発明の名称】 メッシュ生成システム、メッシュ生成方法及び記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 解析対象物の形状モデルでのメッシュ生成のための節点の分布を容易に把握できるメッシュ生成システム、方法、及び記録媒体を提供する。

【解決手段】 解析対象物の形状モデルを記憶する記憶部20と、記憶部20に記憶された形状モデルから任意の形状要素を選択する形状要素選択部12と、形状要素選択部12で選択した形状要素に節点粗密度関数を設定する粗密度関数設定部13と、粗密度関数設定部13で設定した節点粗密度関数に従って形状モデルでの節点粗密度分布を求め、節点分布状況が示された形状モデルを表示装置4に表示する粗密度分布算出・表示部14と、形状要素選択部12での選択及び粗密度関数設定部13での設定を表示装置4の画面を介して受け付けるユーザーインターフェース部30と、を備えている。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】解析対象物の形状モデルに複数の節点を発生させて、当該複数の節点を基に当該形状モデルをメッシュ分割するメッシュ生成システムであって、解析対象物の形状モデルを記憶する記憶手段と、前記記憶装置に記憶された解析対象物の形状モデルを構成する複数の形状要素から任意の形状要素を選択する選択手段と、前記選択手段で選択した形状要素からの距離と、節点の粗密度との関係を表す節点粗密度関数を設定する設定手段と、前記設定手段で設定された節点粗密度関数に従って、前記解析対象物の形状モデルでの節点の粗密度分布を求める算出手段と、前記算出手段で算出した節点の粗密度分布状況が示された前記解析対象物の形状モデルを表示する表示手段と、前記選択手段での形状要素の選択及び前記設定手段での節点粗密度関数の設定を受け付けるグラフィカルユーザインターフェース手段と、を備えていることを特徴とするメッシュ生成システム。

【請求項2】請求項1において、前記算出手段は、前記解析対象物の形状モデルに複数設定された代表点各々の位置における、前記設定手段で設定された節点粗密度関数に従った節点の粗密度を求めるものであり、前記表示手段は、前記算出手段で求めた複数の代表点各々の位置での節点の粗密度を基に、前記解析対象物の形状モデルを複数の領域にランク分けすることで、前記節点の粗密度分布状況が示された前記解析対象物の形状モデルを表示することを特徴とするメッシュ生成システム。

【請求項3】少なくとも解析対象物の形状モデルが記憶された記憶装置と、中央処理装置と、入力装置と、表示装置とを備えたコンピュータシステムを用い、解析対象物の形状モデルに複数の節点を発生させて、当該複数の節点を基に当該形状モデルをメッシュ分割するメッシュ生成方法であって、前記入力装置に入力された指令に従い、前記記憶装置に記憶された解析対象物の形状モデルを構成する複数の形状要素から任意の形状要素を選択する選択工程と、前記入力装置に入力されたデータを基に、前記選択工程で選択した形状要素からの距離と節点の粗密度との関係を表す節点粗密度関数を設定する設定工程と、前記設定工程で設定された節点粗密度関数に従って、前記解析対象物の形状モデルでの節点の粗密度分布を求める算出工程と、前記算出工程で算出した節点の粗密度分布状況が示された前記解析対象物の形状モデルを、前記表示装置に表示する表示工程と、を備えていることを特徴とするメッシュ生成方法。

【請求項4】記憶装置と、中央処理装置と、入力装置と、表示装置とを備えたコンピュータシステムによって、解析対象物の形状モデルに複数の節点を発生させ、当該複数の節点を基に当該形状モデルをメッシュ分割するプログラムが記録された記録媒体であって、前記入力装置に入力された指令に従い、前記記憶装置に記憶された解析対象物の形状モデルを構成する複数の形状要素から任意の形状要素を前記中央処理装置で選択する選択手順と、

前記入力装置に入力されたデータを基に、前記選択された形状要素からの距離と、節点の粗密度との関係を表す節点粗密度関数を前記中央処理装置で設定する設定手順と、前記設定された節点粗密度関数に従って前記解析対象物の形状モデルでの節点の粗密度分布を前記中央処理装置で求める算出手順と、前記算出した節点の粗密度分布状況が示された前記解析対象物の形状モデルを、前記表示装置に表示する表示手順と、

が記録されていることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有限要素法を用いて解析対象物の各種解析を行うために、当該解析対象物をメッシュ分割するメッシュ生成システム、および前記メッシュ分割における節点の粗密分布の指定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】構造解析や電磁場解析等の各種解析に、解析対象物の形状モデルをメッシュ分割して解析する有限要素法が用いられている。

【0003】ところで、有限要素法による解析を効率よく行うためには、即ち計算コストを抑制しつつ解析精度を向上させるためには、解析上重要となる領域（例えば応力変化が急激となる箇所等）のメッシュを小さくし、重要とならない領域（例えば応力変化が緩やかな箇所等）のメッシュを大きくするといったような、メッシュの粗密付けを的確に行って、メッシュを生成する必要がある。このため、従来より、メッシュの粗密付けを対話的に行い、当該粗密付けに基づいてメッシュ分割を自動的に行うメッシュ生成システムが用いられている。

【0004】この種のメッシュ生成システムとしては、「特開平7-129634号公報」記載のものや、「あいまい知識処理手法による3次元自動要素分割、構造工学における数値解析シンポジウム論文集、第13巻、平成元年7月」記載のもの等が提案されている。

【0005】前者は、ユーザが、解析対象物のある形状要素からの距離と節点の分布密度とを入力することで、当該形状要素に、メッシュ生成のための節点の粗密分布を設定し、当該分布を基に節点を発生させ、解析対象物

にメッシュを生成する。また、解析対象物の複数の形状要素に、節点の粗密度分布が設定されている場合には、粗密度分布が重なり合う部分について、これ等のうちのどの粗密度分布を採用するかを自動的に決定し、当該部分について、当該決定した粗密度分布を基に節点を発生させ、メッシュを生成する。

【0006】後者は、解析対象物の形状要素毎に用意された複数の節点パターン各々をファジィ理論で用いられるメンバシップ関数と関連づける。そして、解析対象物について、複数の節点パターンが重なり合う部分について、どの節点パターンを採用するかをこれ等節点パターン各々のメンバシップ関数を基に決定し、その後、当該部分について、当該決定した節点パターンを基に節点を発生させ、メッシュを生成する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、「特開平7-129634号公報」記載のメッシュ生成システムでは、解析対象物の形状要素からの距離と節点の分布密度との関係を表すグラフを画面に表示することで、メッシュの粗密付けを対話的に行っている。また、「あいまい知識処理手法による3次元自動要素分割、構造工学における数値解析シンポジウム論文集、第13巻、平成元年7月」記載のメッシュ生成システムでは、解析対象物の形状要素に設定した節点パターンのメンバシップ関数を表すグラフを画面に表示することで、メッシュの粗密付けを対話的に行っている。

【0008】したがって、上記従来のメッシュ生成システムでは、ユーザは、これ等のグラフを見て、節点が解析対象物にどのように分布されるかを想像しなければならない。このため、メッシュの粗密付けの段階で、節点がどのような分布で生成されるかを把握することが困難であるという問題がある。

【0009】本発明は上記事情に基づいてなされたものであり、本発明の目的は、メッシュの粗密付けの段階で、メッシュ生成のための節点が解析対象物の形状モデルにどのように分布されているかを容易に把握することができるメッシュ生成システム、メッシュ生成方法、および記録媒体を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明のメッシュ生成システムは、解析対象物の形状モデルに複数の節点を発生させて、当該複数の節点を基に当該形状モデルをメッシュ分割するメッシュ生成システムであって、解析対象物の形状モデルを記憶する記憶手段と、前記記憶装置に記憶された解析対象物の形状モデルを構成する複数の形状要素から任意の形状要素を選択する選択手段と、前記選択手段で選択した形状要素からの距離と、節点の粗密度との関係を表す節点粗密度関数を設定する設定手段と、前記設定手段で設定された節点粗密度関数に従って、前記解析対象物の形状モデル

での節点の粗密度分布を求める算出手段と、前記算出手段で算出した節点の粗密度分布状況が示された前記解析対象物の形状モデルを表示する表示手段と、前記選択手段での形状要素の選択及び前記設定手段での節点粗密度関数の設定を受け付けるグラフィカルユーザインターフェース手段と、を備えていることを特徴とする。

【0011】ここで、前記算出手段は、前記解析対象物の形状モデルに複数設定された代表点各々の位置における、前記設定手段で設定された節点粗密度関数に従った節点の粗密度を求めるものであり、前記表示手段は、前記算出手段で求めた複数の代表点各々の位置での節点の粗密度を基に、前記解析対象物の形状モデルを複数の領域にランク分けすることで、前記節点の粗密度分布状況が示された前記解析対象物の形状モデルを表示することが好ましい。

【0012】本発明のメッシュ生成方法は、少なくとも解析対象物の形状モデルが記憶された記憶装置と、中央処理装置と、入力装置と、表示装置とを備えたコンピュータシステムを用い、解析対象物の形状モデルに複数の節点を発生させて、当該複数の節点を基に当該形状モデルをメッシュ分割するメッシュ生成方法であって、前記入力装置に入力された指令に従い、前記記憶装置に記憶された解析対象物の形状モデルを構成する複数の形状要素から任意の形状要素を選択する選択工程と、前記入力装置に入力されたデータを基に、前記選択工程で選択した形状要素からの距離と節点の粗密度との関係を表す節点粗密度関数を設定する設定工程と、前記設定工程で設定された節点粗密度関数に従って、前記解析対象物の形状モデルでの節点の粗密度分布を求める算出工程と、前記算出工程で算出した節点の粗密度分布状況が示された前記解析対象物の形状モデルを、前記表示装置に表示する表示工程と、を備えていることを特徴とする。

【0013】本発明の記録媒体は、記憶装置と、中央処理装置と、入力装置と、表示装置とを備えたコンピュータシステムによって、解析対象物の形状モデルに複数の節点を発生させ、当該複数の節点を基に当該形状モデルをメッシュ分割するプログラムが記録された記録媒体であって、前記入力装置に入力された指令に従い、前記記憶装置に記憶された解析対象物の形状モデルを構成する複数の形状要素から任意の形状要素を前記中央処理装置で選択する選択手順と、前記入力装置に入力されたデータを基に、前記選択された形状要素からの距離と、節点の粗密度との関係を表す節点粗密度関数を前記中央処理装置で設定する設定手順と、前記設定された節点粗密度関数に従って前記解析対象物の形状モデルでの節点の粗密度分布を前記中央処理装置で求める算出手順と、前記算出した節点の粗密度分布状況が示された前記解析対象物の形状モデルを、前記表示装置に表示する表示手順と、が記録されていることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0015】図1は本発明の一実施形態であるメッシュ生成システムの概略ブロック図である。

【0016】本実施形態のメッシュ生成システム1は、図1に示すように、入力装置2と、処理装置3と、表示装置4と、を備えて構成されている。尚、本実施形態のメッシュ生成システム1は、少なくとも中央処理装置と、入力装置と、記憶装置と、表示装置とを備えたパーソナルコンピュータ等の計算機システムを用いることで実現可能である。

【0017】入力装置2は、解析対象物の形状を特定したり、解析対象物の形状要素を選択したり、あるいは、節点の粗密度関数を設定したりするのに必要な情報を入力するための装置である。入力装置2には、例えばキーボードや、マウス等が用いられる。

【0018】表示装置4には、例えばCRT、ELディスプレイ、あるいは液晶ディスプレイ等が用いられる。

【0019】処理装置3は、処理部10と、記憶部20と、ユーザインターフェース部30と、を備えて構成されている。

【0020】処理部10は、解析対象物特定部11と、形状要素選択部12と、粗密度関数設定部13と、粗密度分布算出・表示部14と、メッシュ生成部15と、を有する。

【0021】解析対象物特定部11は、ユーザによって、入力装置2を介して入力されたデータを基に、解析対象物の形状モデルを特定する。

【0022】形状要素選択部12は、ユーザによって、入力装置2を介して入力されたデータを基に、解析対象物特定部11で特定された解析対象物の形状モデルを構成する点、線、面等の複数の形状要素から、任意の形状要素を選択する。

【0023】粗密度関数設定部13は、ユーザによって、入力装置2を介して入力されたデータを基に、形状要素選択部12で選択された形状要素に、節点の粗密度関数を設定する。

【0024】粗密度分布算出・表示部14は、粗密度関数設定部13で設定された、少なくとも1つの節点の粗密度関数に基づき、解析対象物特定部11で特定された解析対象物の形状モデルに節点がどのように分布されるかを求め、当該分布状況を表示装置4に表示させる。

【0025】メッシュ生成部15は、粗密度関数設定部13で設定された節点の粗密度関数や、粗密度分布算出・表示部14で求めた節点粗密度分布を基に、解析対象物特定部11で特定された解析対象物の形状モデルに節点を発生させ、メッシュを生成する。

【0026】記憶部20は、解析対象物の形状モデル、選択された形状要素、設定された粗密度関数、粗密度分布の表示データ等、処理部10での各種処理に必要なデ

ータ、プログラム等を格納する。記憶部20には、ROM、RAM、あるいはハードディスク等の記憶装置が用いられる。

【0027】ユーザインターフェース部30は、ユーザがメッシュ生成システムと対話的に作業を行えるようにするグラフィカルユーザインターフェースである。ユーザインターフェース部30は、所定の情報を表示装置4に表示する。そして、入力装置2を介して送られてきたユーザの指令に基づいて、解析対象物特定部11、形状要素選択部12、粗密度関数設定部13、粗密度分布表示部14、あるいはメッシュ生成部15を起動する。

【0028】図2に、ユーザインターフェース部30によって表示装置4に表示された、節点の粗密度関数の設定処理（メッシュ粗密付け）での画面例を示す。図2に示す例では、表示画面は、形状要素種類指定領域41と、最大密度指定領域42と、比指定領域43と、描画ボタン44と、登録ボタン45と、取消ボタン46と、解析対象特定部11で特定された解析対象物の形状モデルが表示された表示領域47と、終了ボタン48と、で構成されている。

【0029】形状要素種類指定領域41は、ユーザが選択しようとしている形状要素の種類を指定する領域である。

【0030】最大密度指定領域42は、指定された形状要素に設定される節点の粗密度関数の最大値を指定する領域である。

【0031】比指定領域43は、節点の粗密度関数を等比数列で定義した場合の比の値を指定する領域である。

【0032】登録ボタン45は、節点粗密度関数を設定するためのボタンである。取消ボタン46は、設定された節点粗密度関数を取消するためのボタンである。

【0033】描画ボタン44は、表示領域47に表示された解析対象物の形状モデルに、節点の粗密度分布を表示するためのボタンである。

【0034】終了ボタン48は、解析対象物の形状モデルに節点粗密度分布を指定する処理、即ちメッシュの粗密付け処理を終了するためのボタンである。

【0035】尚、画面に表示されている内容の指定（形状要素の種類の指定、各種ボタンの指定等）は、入力装置2にマウス等のポインティングデバイスを用いて、該当部分をクリックすることで行うことが好ましい。

【0036】上記のユーザインターフェース部30によって、表示装置4に表示される画面は、例えば、Xウィンドウ・システム（商標：マサチューセッツ工科大学）とOSF/Motif（商標：Open Software Foundation社）とを用いることで、実現可能である。

【0037】次に、本実施形態のメッシュ生成システム1の動作について説明する。

【0038】まず、動作の概要を図3を用いて説明する。

【0039】図3は本実施形態の動作の概要を説明するためのフロー図である。このフローは、例えば、パーソナルコンピュータ等の計算機システムが、ハードディスク、CD-ROM等の記録媒体に記録された所定のプログラムを実行することで行われる。

【0040】まず、解析対象物の形状特定処理を行う(ステップ101)。解析対象物特定部11は、入力装置2に入力されたデータを基に解析対象物の形状モデルを特定する。尚、入力データは市販のCADソフトで作成された形状データでもよい。

【0041】次に、ステップ101で特定された解析対象物の形状モデルについて、少なくとも1つの形状要素に設定された節点の粗密度関数を基に、節点の粗密度分布を求め、メッシュの粗密付け処理を行う(ステップ102)。メッシュの粗密付け処理については後述する。

【0042】次に、メッシュ生成処理を行う(ステップ103)。メッシュ生成部15は、ステップ102で求めた節点の密度関数や粗密度分布情報を基に、解析対象物の形状モデルに節点を発生させ、デラウニー法などを用いて節点を結合させることで、メッシュを生成する。

【0043】次に、図3のステップ102での処理であるメッシュの粗密付けについて説明する。

【0044】図4はメッシュの粗密付けを説明するためのフロー図である。

【0045】まず、形状要素の選択処理を行う(ステップ201)。この処理は、ユーザが、図2の形状要素種類指定領域41を利用して形状要素の種類を選択し、その後、図2の表示領域47を利用して解析対象物の任意の形状要素を指定することで、形状要素選択部12が起動し、実行される。形状要素選択部12は、ユーザが表示領域47を利用して指定した形状要素が、同じくユーザが形状要素種類指定領域41を利用して指定した形状要素の種類に一致する場合、当該形状要素を選択する。尚、解析対象物の形状要素の指定は、入力装置2にマウス等のポインティングデバイスを用い、表示領域47に表示されている解析対象物の形状要素をクリックすることで行うことが好ましい。

【0046】次に、ステップ201で選択した形状要素に、節点の粗密度関数を設定する(ステップ202)。この処理は、ユーザが、図2の最大密度指定領域42及び比指定領域43を利用して、節点の粗密度関数の最大値及び当該関数を等比数列で定義した場合の比値を指定した後、図2の登録ボタン45を指定することで、粗密度関数設定部13が起動し、実行される。

【0047】粗密度関数設定部13は、まず、ユーザが指定した、節点の粗密度関数の最大値及び比値を基に、図5に示すように、等比数列で定義した場合に、形状要素の位置から距離がはなれるにつれて密度が減少するような、節点の粗密度関数を求める。たとえば、単位距離をU、指定された比をR、指定された最大密度をMとし

た場合、形状要素からの最短距離が $U \times (i-1)$ より長く且つ $U \times i$ 以下の粗密度関数 $D(i)$ は、以下の式で表すことができる。ただし、 i は自然数、 $D(0) = M$ 、 $R \leq 1$ とする。

【0048】

$$D(i) = R \times D(i-1) \quad (\text{式1})$$

次に、求めた節点の粗密度関数を、選択した形状要素からの最短距離、例えば選択した形状要素が点ならば当該点から最短距離、線ならば線からの最短距離に基づいて、当該形状要素に設定する。

【0049】尚、ここでは、粗密度関数として等比数列で定義されるものを用いているが、等比数列に代えて、指定された形状要素からの最短距離の逆関数、あるいは対数関数等で定義される粗密度関数を用いてもよい。

【0050】次に、粗密度分布算出・表示部14が起動し、ステップ202で設定された、少なくとも1つの形状要素についての節点の粗密度関数を基に、解析対象物の節点の粗密度分布を求める。そして、ユーザの指示に従い、図2の表示領域47に表示されている解析対象物の形状モデルに、当該求めた節点の粗密度分布を表示する(ステップ203)。節点の粗密度分布の算出・表示処理については後述する。

【0051】次に、節点の粗密度関数の設定処理が終了したか否かを判断する(ステップ204)。図2の終了ボタン48が指定された場合は、該処理が終了したものと判断し、このフローを終了させる。一方、終了ボタン48が指定されていない場合は、新たな形状要素の選択処理(ステップ201)、当該選択した形状要素についての節点の粗密度関数の設定処理(ステップ202)、および、解析対象物に対する節点の粗密度分布の算出・表示処理(ステップ203)を繰り返し行う。

【0052】次に、図4のステップ203での処理である粗密度分布算出・表示処理について説明する。

【0053】図6は粗密度分布算出・表示処理を説明するためのフロー図である。

【0054】粗密度分布算出・表示部14は、まず、図3のステップ101で特定された解析対象物の形状に節点の粗密度分布を表示するための点である粗密度代表点を複数設定する(ステップ301)。この設定は、例えば図7に示すように、予めユーザが指定したメッシュ数に応じて、粗密度代表点が解析対象物の形状モデルに一樣に分散されるように行ってもよい。また、図4のステップ202で設定された粗密度関数を参照して、粗密度の高い領域には多量の粗密度代表点を設定し、粗密度の低い箇所には少量の粗密度代表点を設定するようにしてもよい。尚、複数設定した粗密度代表点各々には、識別番号を持たせる。

【0055】次に、変数 i に1を代入する(ステップ302)。その後、 i 番目の粗密度代表点に節点の粗密度情報を持たせる。粗密度代表点における節点の粗密度

10

20

30

40

50

は、当該粗密度代表点と図4のステップ201で選択した形状要素との最短距離を、当該形状要素に設定された粗密度関数に代入することで、求めることができる。

尚、複数の形状要素について粗密度関数が設定されている場合、粗密度代表点と各形状要素との最短距離各々を、対応する粗密度関数に代入することで、当該粗密度代表点における節点の粗密度を、複数の粗密度関数各々について求める。そして、求めた複数の節点粗密度のうち最も大きな値を持つものを当該粗密度代表点における節点の粗密度に設定する。

【0056】次に、変数*i*に1を加え（ステップ304）、その後、変数*i*が粗密度代表点の総数を越えるか否かを判断する（ステップ305）。変数*i*が粗密度代表点の総数を越えていれば、全ての粗密度代表点に節点の粗密度の情報を持たせたことになるので、ステップ306に移行する。一方、変数*i*が粗密度代表点の総数を越えていなければ、ステップ303に戻る。

【0057】ステップ306では、図2の描画ボタン44が指定されているか否かを判断する。描画ボタンが指定されている場合は、図2の表示領域に表示されている解析対象物に節点の粗密度分布を表示する（ステップ307）。表示方法としては、地図に等高線を表示するように、一定粗密度間隔毎に、略同じ節点粗密度を持つ粗密度代表点を、なめらかな線で繋ぐ方法や、粗密度代表点を持つ節点粗密度の値に応じて、解析対象物の形状モデルを複数の領域にランク分けし、各領域にそのランクに応じた色をつけたりする方法等が考えられる。しかし、これ等に限定されるものではなく、解析対象物の形状モデルに節点がどのような粗密度分布で設定されるかを、視覚的に把握できるように表示するものであればよい。

【0058】図8は解析対象物の形状モデルに節点の粗密度分布を色分け表示した例を示す。図8に示す例では、円弧部分が形状要素として選択され、当該部分に節点粗密度関数が設定されている。そして、解析対象物の形状モデルに設定された複数の粗密度代表点各々が持つ節点粗密度に基づき、解析対象物の形状モデルを6つの領域にランク分けし、節点粗密度の高い方から、赤、橙、黄、緑、青、紫の順に色付けしている。この例では、6つにランク分けしているが、解析対象物の形状モデルをより多くの領域にランク分けして、各領域にランクに応じた色をつけることで、滑らかな色表示がされるようにしてもよい。

【0059】本実施形態によれば、メッシュの粗密付けの段階で、解析対象物の形状モデルにメッシュ生成のための節点の粗密度分布を表示することができるので、ユーザは、自らが設定した節点粗密度関数によって、解析対象物の形状モデルにメッシュを生成させるための節点がどのような分布で設定されるかを視覚的に把握することができる。

【0060】これにより、ユーザは、意図する粗密度分布と異なる場合、図2の取消ボタンを指定して、節点の粗密度関数を取り消し、節点の粗密度関数を再設定することができる。このように、節点の粗密度関数の設定と、当該設定した粗密度関数による節点の粗密度分布の視覚的な把握とを繰り返すことで、自らが意図する節点の粗密度分布を容易に作成することができる。

【0061】また、本実施形態では、解析対象物の形状モデルに粗密度代表点を複数設定し、各粗密度代表点に当該点における節点粗密度に関する情報を持たせている。そして、各粗密度代表点を持つ節点粗密度情報を基に、解析対象物の形状モデルに節点粗密度分布を表示している。このようにすることで、例えば解析対象物の形状モデルを構成する複数の画素各々の画素位置における節点粗密度を基に、節点粗密度分布を表示する場合に比べ、表示処理を高速に行うことができる。

【0062】尚、本実施形態では、図7及び図8において、解析対象物が2次元形状の場合を例にとって説明している。しかしながら、本発明は、解析対象物が3次元形状の場合でも、当然適用可能である。この場合は、解析対象物の面上や内部に粗密度代表点を複数設定することで、3次元空間での粗密度分布を算出する。そして、当該解析対象物の節点粗密度分布を、ユーザが指定した面、あるいは断面について表示する。

【0063】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、メッシュ粗密付けの段階で、解析対象物にメッシュを生成させるための節点がどのような分布で設定されるかを視覚的に把握することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態であるメッシュ生成システムの概略ブロック図である。

【図2】図1のユーザインターフェース部によって表示装置に表示された、節点粗密度関数の設定処理（メッシュ粗密付け）での画面例を示す図である。

【図3】図1に示すメッシュ生成システムの動作の概要を説明するためのフロー図である。

【図4】メッシュ粗密付けを説明するためのフロー図である。

【図5】粗密度関数の一例を説明するための図である。

【図6】粗密度分布算出・表示処理を説明するためのフロー図である。

【図7】解析対象物の形状に設定された粗密度代表点の説明をするための図である。

【図8】解析対象物の粗密度分布の表示例を説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 メッシュ生成システム
- 2 入力装置
- 3 処理装置

- 4 表示装置
 10 処理部
 11 解析対象物特定部
 12 形状要素選択部
 13 粗密度関数設定部
 14 粗密度分布算出・表示部
 15 メッシュ生成部
 20 記憶部
 30 ユーザインターフェース部

- 41 形状要素種類指定領域
 42 最大密度指定領域
 43 比指定領域
 44 描画ボタン
 45 登録ボタン
 46 取消ボタン
 47 表示領域
 48 終了ボタン

【図1】

【図3】

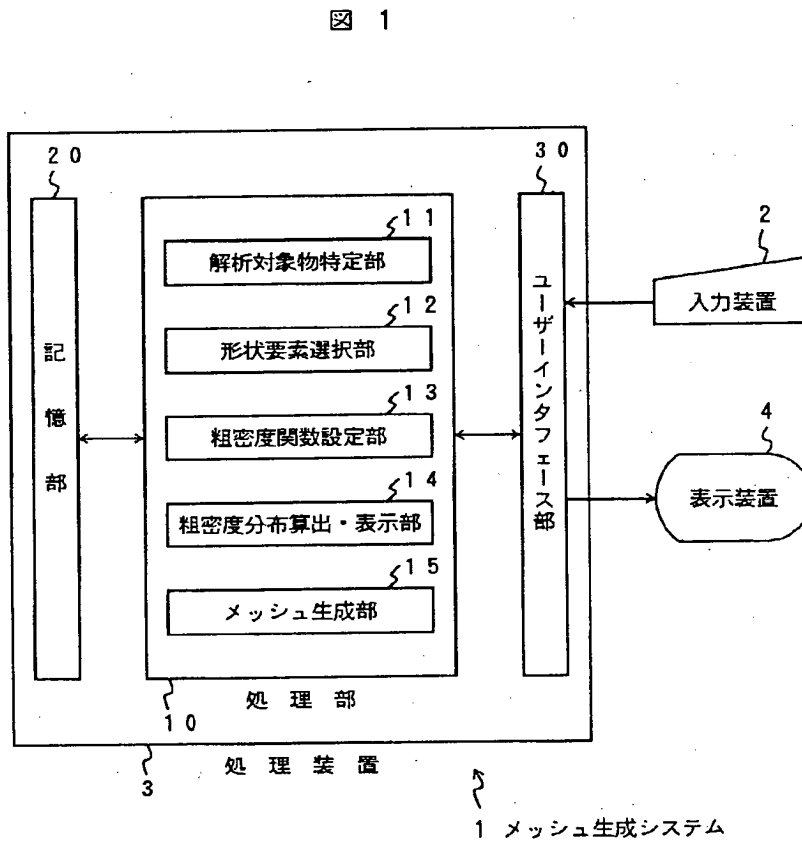
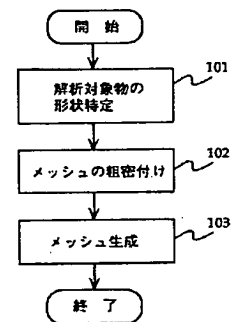
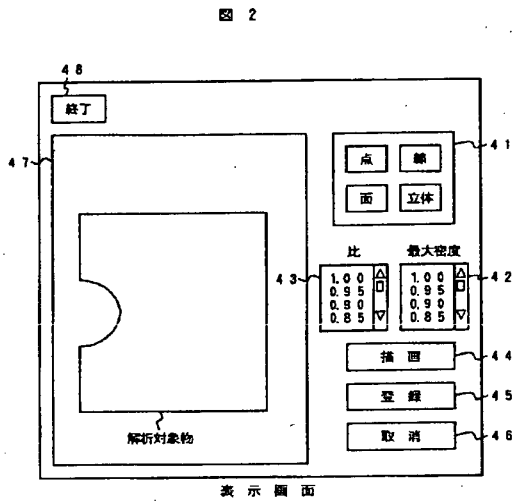


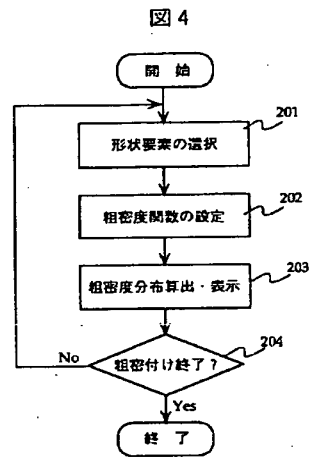
図 3



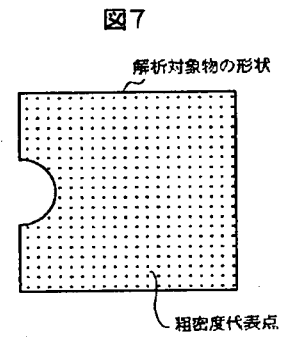
【図2】



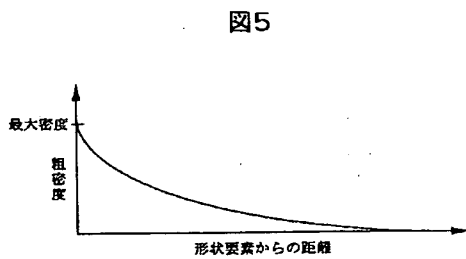
【図4】



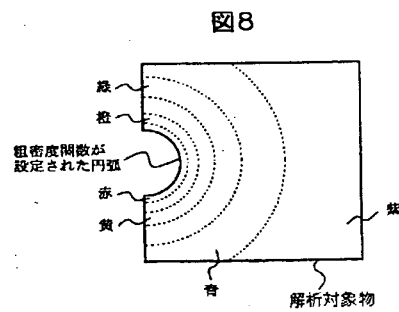
【図7】



【図5】

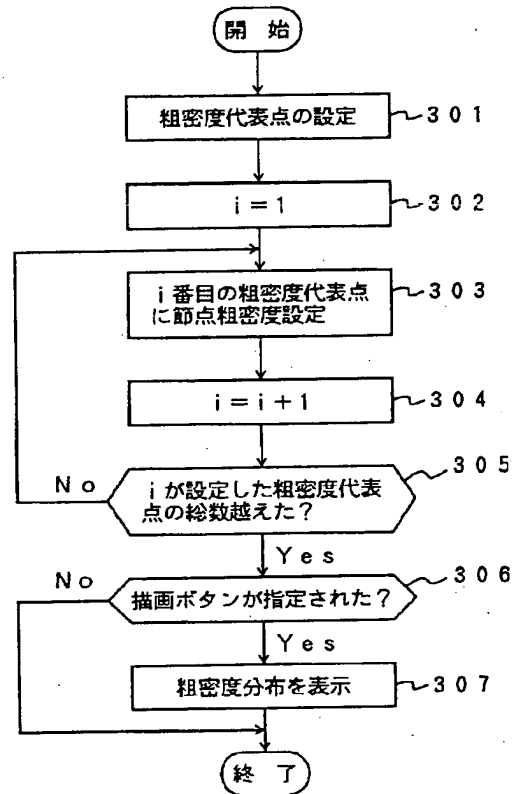


【図8】



【図6】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 浜口 幸雄
茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エ
ンジニアリング株式会社内

(72)発明者 塚原 一徳
茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エ
ンジニアリング株式会社内